

Министерство науки и высшего образования РФ
Правительство города Севастополя
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр
«Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН»
Всероссийское гидробиологическое общество при Российской академии наук
Русское географическое общество
Паразитологическое общество при Российской академии наук

Изучение водных и наземных экосистем: история и современность

Международная научная конференция, посвящённая 150-летию
Севастопольской биологической станции —
Института биологии южных морей имени А. О. Ковалевского
и 45-летию НИС «Профессор Водяницкий»

Тезисы докладов

13–18 сентября 2021 г.
Севастополь, Российская Федерация

Севастополь
ФИЦ ИНБЮМ
2021

Оценка потоков пузырьковых газовыделений в бухте Ласпи (Крым) по данным пассивной акустики

Будников А. А.¹, Мурашова А. И.², Малахова Т. В.², Иванова И. Н.¹

¹Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, физический факультет, Москва, Россия

²ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», Севастополь, Россия

aa.budnikov@physics.msu.ru

Исследования подводных метановых высачиваний (сипов) представляют большой интерес с точки зрения оценки объёмов поступления метана в водную среду и атмосферу. Для оценки газовых потоков используются собирающие пузырьковый газ и флюиды ловушки, визуальное наблюдение, подводная видеосъёмка, эхолокация и пассивная акустика, анализирующая «звучание» пузырьковой струи. Отдельный интерес представляет исследование изменчивости интенсивности газовыделений, начиная от многолетних трендов, сезонной изменчивости и заканчивая суточными пульсациями.

Для продолжительного мониторинга пузырьковых газовыделений наиболее подходящим представляется пассивный акустический метод, как наименее ресурсоёмкий. Установленное в непосредственной близости от точки выхода пузырькового газа оборудование, регистрирующее акустические сигналы, позволяет получить записи, на которых возможно различить аудиосигналы от отдельных пузырьков газа, выходящих из дна в водную толщу. Как известно, частота таких сигналов обратно пропорциональна размеру пузырька [Minnaert, 1933]. Тем не менее точность расчётов природных пузырьковых газовых потоков с использованием пассивного акустического метода требует отдельного анализа. В частности, на генерируемый пузырьком аудиосигнал может оказывать влияние состав осадочного материала, составляющего морское дно, в месте высачивания, а в мелководных районах анализ записи существенно усложняется из-за присутствия большого количества посторонних шумов.

Применимость пассивного акустического метода к расчёту газовых потоков была опробована в мелководной зоне бухты Ласпи (Крым), где непрерывные метановые высачивания наблюдаются с 2004 г. Дно бухты в месте газовыделений преимущественно песчаное с вкраплениями скальных образований, глубина составляет около 3 м. Наблюдаемые газовыделения делятся на два типа — пульсирующие (из песка) и постоянно выделяющиеся пузырьки (из скальных выходов или в пограничной области между скальным выходом и песком), при этом в описанном режиме постоянно действует около 20 точек выхода газа.

Для расчёта потоков были использованы записи акустических сигналов от выделяющихся пузырьков, полученные летом 2019 и 2020 гг. В 2019 г. авторами было получено несколько 17-минутных акустических записей, синхронизированных с подводной видеосъёмкой процесса газовыделения. Объёмы выделяющегося газа были рассчитаны двумя методами: визуально (по подводной видеозаписи) и пассивным акустическим методом. При этом суточный поток газа из одной точки выхода был оценён в примерном диапазоне 23–48,5 л·сут⁻¹.

В 2020 г. вблизи одного из источников были получены две акустические записи (длительность каждой — 45 минут). Интервал между записями составил 20 минут. Анализ записей показал значительные вариации потока, при этом изменялись как объём и количество выделяющихся пузырьков, так и характер их высачивания. В течение первой записи преобладали более крупные одиночные пузырьки, а в течение второй — более мелкие, выделяющиеся кластерами. Рассчи-

танный суммарный объём газа, выделившегося в течение первых 45 минут регистрации, составил 0,29 л, для вторых — 1,97 л. По порядку величин полученные значения совпадают со значениями 2019 г. и с другими оценками газовых потоков [Малахова, 2015 ; Будников, 2019].

Согласно данным 2020 г., регистрируемый поток пузырькового газа в течение часа изменился в 7 раз (от 9,3 до 63 л·сут⁻¹), что при расчёте суммарного потока имеет существенное значение. Также было отмечено, что в случае газовыделений из песчаной поверхности наблюдались ситуации, когда акустический сигнал от визуально различного пузырька газа не отличался на полученных аудиограммах. Данный факт тоже необходимо учитывать при расчёте объёмов газовых потоков с использованием пассивной акустики.

Всё вышеизложенное в целом говорит о необходимости проведения более длительных наблюдений за метановыми сипами для более точной оценки газовых потоков и анализа причин, влияющих на изменчивость характера и объёма пузырьковых газовыделений.